

**ANALISIS KUAT TEKAN BEBAS PADA PEBAMBAHAN MATOS
TERHADAP STABILISASI TANAH LEMPUNG DENGAN SEMEN**

Anwar Muda

Satuan Kerja Pelaksanaan Jalan Nasional II Kalimantan Tengah
Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional XI

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan (1). Untuk menentukan kuat tekan bebas (UCS) tanah lempung sebelum distabilisasi pasir dan semen (2). Untuk menentukan kuat tekan bebas (UCS) tanah lempung sebelum penambahan matos terhadap stabilisasi pasir dan semen. (3). Untuk menentukan kuat tekan bebas (UCS) tanah lempung setelah penambahan matos terhadap stabilisasi pasir dan semen. Metode penelitian dengan beberapa tahapan yaitu : **A. Tahap persiapan.** Tahap ini dilakukan (1). Menyiapkan contoh tanah lempung Desa Baringin, kota Palangka Raya. (2). Menyiapkan sampel matos, pasir dan semen. **B. Tahap pelaksanaan.** Pelaksanaan pengujian kuat tekan bebas dengan metode SNI 03-3638-1994. **C. Tahap akhir.** Tahap akhir yaitu 1. Untuk menentukan kuat tekan bebas (UCS) tanah lempung sebelum distabilisasi pasir dan semen. 2. Untuk menentukan kuat tekan bebas (UCS) tanah lempung sebelum penambahan matos terhadap stabilisasi pasir dan semen 3. Untuk menentukan kuat tekan bebas (UCS) tanah lempung setelah penambahan matos terhadap stabilisasi pasir dan semen untuk lapis perkerasan jalan raya.

Hasil penelitian menunjukkan, bahwa kuat tekan bebas (UCS) tanah lempung sebelum distabilisasi pasir dan semen sebesar 3.51 kg/cm^2 . Kemudian, kuat tekan bebas (UCS) Pada saat 0% matos pada stabilisasi campuran 28% pasir dan 6% semen nilai UCS sebesar 9.10 kg/cm^2 . Kemudian, pada saat 2% matos, nilai UCS makin bertambah didapatkan 10.92 kg/cm^2 dan bahkan 4% nilai UCS makin meningkat hingga 11.18 kg/cm^2 . Kemudian, pada saat 6% matos nilai UCS terus makin bertambah hingga 11.44 kg/cm^2 dan pada penambahan 8% matos, nilai UCS terjadi peningkatan cukup besar yaitu 13.78 kg/cm^2 Sedangkan pada penambahan 10% matos juga mengalami kenaikan nilai UCS sebesar $14,56 \text{ kg/cm}^2$.

Berdasarkan hasil penelitian di atas, maka bahan tambah matos dapat meningkatkan nilai UCS dan memenuhi syarat sebagai *subbase* dan *base* jalan raya. Karena menurut Ingels dan Metcalf, 1972 (dalam Hardiyatmo, 2010), bahwa nilai UCS hasil $> 14 \text{ kg/cm}^2$ dapat dipergunakan sebagai *subbase* dan *base* jalan raya. Sedangkan menurut Ditjen Bina Marga yang didasarkan pada SNI 03-3438-1994 (dalam Hardiyatmo, 2010), bahwa campuran ini belum dapat dipergunakan sebagai *subbase* dan *base* jalan raya, karena nilai UCS hasil $< 20 \text{ kg/cm}^2$.

Kata kunci : analisis, kuat tekan bebas, matos, stabilisasi, pasir, semen

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Stabilisasi tanah adalah pencampuran tanah dengan bahan tertentu, guna memperbaiki sifat-sifat teknis tanah atau dapat pula, stabilisasi tanah adalah usaha untuk merubah atau memperbaiki sifat-sifat teknis tanah agar memenuhi syarat teknis tertentu. Sifat-sifat teknis seperti kuat tekan bebas (UCS) tanah lempung umumnya sangat rendah. Seperti halnya, tanah lempung Ciawi (UCS) 0,65 kg/cm² (Wahjuningsih, 1997), tanah lempung Indramayu (UCS) 0,195 kg/cm² (Sudirja, 2008), tanah lempung Bukit Rawi (UCS) 0.41 kg/cm² (Muda A, 2011). Sedangkan UCS tanah lempung Baringin belum pernah dilakukan penelitian, namun dari hasil penelitian di daerah lain dimungkinkan akan mengalami hal yang sama yaitu berkisar UCS 0.00 – 1.00 kg/cm².

Permasalahan rendahnya kuat tekan bebas (UCS) tanah lempung disebabkan beberapa faktor diantaranya tanah lempung umumnya didominasi butiran halus sehingga mudah dipengaruhi oleh air, pada saat basah akan mengembang, dan saat kering terjadi retak-retak sehingga akan membahayakan bangunan di atasnya. Untuk itu, diperlukan suatu bahan untuk meningkatkan kuat tekannya. Pada umumnya meningkatkan kuat tekannya dilakukan berbagai cara diantaranya dengan melakukan stabilisasi terhadap tanah dengan bahan tertentu. Bahan stabilisasi yang sering digunakan adalah semen, kapur, pasir dan abu terbang.

Bahan stabilisasi seperti semen sudah sering digunakan untuk lapis perkerasan jalan raya. Namun, yang menjadi permasalahan yang sering muncul adalah rendahnya nilai kuat tekan bebas (UCS). Seperti penelitian tesis yang pernah dilakukan oleh Muda, A (2011), bahwa campuran pasir 12% dengan semen 6% diperoleh nilai UCS sebesar 5.29 kg/cm², kemudian semen 8% didapatkan nilai UCS 7.33 kg/cm² dan semen 10% diperoleh nilai UCS sebesar 9.06 kg/cm², sehingga tanah ini belum memenuhi persyaratan teknis lapis perkerasan jalan raya, karena nilai UCS masih ≤ 20 kg/cm² (Hardiyatmo, 2010).

Dengan bahan stabilisasi semen hingga 10%, dianggap sudah tidak efisien sebagai bahan lapis perkerasan jalan raya, maka perlu dilakukan untuk meningkatkan kuat tekan bebas (UCS) dengan bahan tambah terhadap stabilisasi tanah

lempung dengan semen. Bahan tambah yang pernah dilakukan oleh Hasanuddin (2011) dalam penelitian tesisnya yang berjudul “Analisis Pemakaian Matos Sebagai Bahan Tambah Pada Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Kapur”. Hasil penelitiannya menunjukkan, bahwa dari pengujian kuat tekan bebas (UCS) yang dilakukan pemeraman nilai q_u terus meningkat seiring dengan bertambahnya kadar kapur+matos pada tanah. Peningkatan tertinggi juga terjadi pada penambahan 14% kapur + 5% matos pada umur pemeraman 14 hari yaitu sebesar 22.32 kg/cm². Dari hasil penelitian ini, tanah memenuhi syarat teknis lapis perkerasan jalan raya karena nilai UCS hasil 22.32 kg/cm² ≥ 22 kg/cm² (spesifikasi bina marga).

Melihat permasalahan di atas, pada penelitian ini akan dicoba untuk meningkatkan kuat tekan bebas (UCS) tanah lempung dengan bahan tambah matos terhadap stabilisasi tanah lempung dengan semen untuk lapis perkerasan jalan raya. Tanah lempung cocok dicampur dengan semen, jika Indeks Plastisitas (PI) tanah lempung $\leq 10\%$, maka untuk menurunkan PI tanah lempung, akan dilakukan pencampuran dengan pasir dengan proporsi 12, 16, 20, 24 dan 28% terhadap berat kering tanah lempung diharapkan Indeks Plastisitas (PI) $\leq 10\%$.

Selanjutnya dilakukan proses pencampuran tanah, pasir dan proses berikutnya dengan mencampur semen. dan matos. Matos adalah bahan aditif yang berfungsi memadatkan (solidifikasi) dan menstabilkan tanah secara fisik dan kimiawi.(www.matos.co.id). Oleh karena itu, untuk memahami beberapa prinsip dalam penggunaan matos dengan deskripsi membuat campuran tanah + semen, kemudian menyebar secara merata dengan komposisi 1 m³ tanah: semen (2-8% dari berat tanah) kemudian membuat solusi matos zat terlarut ke dalam air dan aduk dengan komposisi sebagai berikut (untuk tanah 1 m³): 1 kg matos + Air ** pada kadar air optimum (<http://matos.co.id>).

KAJIAN PUSTAKA

Landasan Teori

a. Contoh Tanah

SNI 1742:2008 menyatakan bahwa contoh tanah yang akan digunakan untuk pemadatan di laboratorium adalah tanah yang lolos saringan no.

4 (4.75 mm). Sedangkan contoh tanah yang digunakan untuk pemadatan dengan Model Pendekatan Alat Uji Kepadatan Ringan Untuk Tanah di Laboratorium ini sama dengan contoh tanah SNI 1742:2008 yaitu tanah lolos saringan no. 4 (4.75 mm).

b. Berat jenis (Gs)

Berat jenis tanah adalah angka perbandingan antara berat butir tanah (γ_s) dan berat air suling (γ_w) dengan isi yang sama pada suhu 4⁰C. Pengujian ini dimaksudkan sebagai acuan dalam pengujian berat jenis (*specific gravity*) dengan tujuan untuk memperoleh besaran (angka) berat jenis tanah yang akan digunakan selanjutnya untuk penentuan parameter lainnya seperti sifat tanah (SNI 03-1964-1990), seperti pada persamaan 2.1.

$$G_s = \frac{\gamma_s}{\gamma_w} \dots\dots\dots 2.1$$

Berat jenis (G_s) tidak berdimensi. Secara tipikal, berat jenis berbagai tanah berkisar antara 2,65 sampai 2,75. Berat jenis $G_s = 2,67$ biasanya digunakan untuk tanah-tanah tidak berkoheisi atau tanah granular, sedangkan untuk tanah-tanah tidak kohesif tidak mengandung bahan organik G_s berkisar diantara 2,68 sampai 2,72. Nilai-nilai berat jenis dari berbagai jenis tanah diberikan dalam Tabel 2.1

Tabel 2.1 Berat jenis tanah (*specific gravity*)

Macam tanah	Berat jenis (Gs)
Kerikil	2,65 – 2,68
Pasir	2,65 – 2,68
Lanau organik	2,62 – 2,68
Lempung organik	2,58 – 2,65
Lempung anorganik	2,68 – 2,75
Humus	1,37
Gambut	1,25 – 1,28

Sumber: Hardiyatmo (2012)

c. Pemadatan

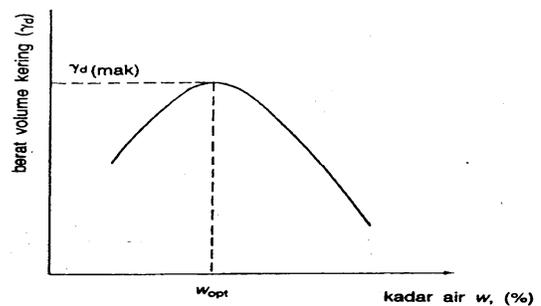
Untuk menentukan hubungan kadar air dengan berat volume dan untuk mengevaluasi tanah agar memenuhi persyaratan kepadatan, maka umumnya dilakukan uji pemadatan. Menurut Proctor, 1933 (dalam Hardiyatmo, 2012), telah mengamati bahwa ada hubungan yang pasti antara

kadar air dan berat volume kering tanah padat. Untuk berbagai jenis tanah pada umumnya, terdapat satu nilai kadar air optimum tertentu untuk mencapai berat volume kering maksimumnya. Hubungan berat volume kering (γ_d) dengan berat volume basah (γ_b) dan kadar air (w) dinyatakan dalam Persamaan 2.2.

$$\gamma_d = \frac{\gamma_b}{1 + w} \dots\dots\dots 2.2$$

Karakteristik kepadatan tanah dapat dinilai dari pengujian standar di laboratorium yang disebut standar *Proctor*. Prinsip pengujian menggunakan pemadat berupa silinder *mould* yang mempunyai volume $9,44 \times 10^{-4} \text{ m}^3$. Tanah di dalam *mould* dipadatkan dengan penumbuk yang beratnya 2.50 kg dengan tinggi jatuh 30,50 cm. Tanah dipadatkan dalam tiga lapisan dengan tiap lapisan ditumbuk 25 kali. (Hardiyatmo, 2012)

Dalam uji pemadatan, percobaan di ulang paling sedikit 5 kali dengan kadar air tiap percobaan divariasikan. Kemudian, digambarkan sebuah grafik hubungan kadar air dan berat volume keringnya. Kurva yang dihasilkan pada Gambar 2.3 dari pengujian memperlihatkan nilai kadar air terbaik (w_{opt}) untuk mencapai berat volume kering terbesar atau kepadatan kering maksimum ($\gamma_d \text{ maks}$).



Gambar 2.3 Kurva hubungan kadar air dan berat volume kering
Sumber: Hardiyatmo, 2012

Kemungkinan berat volume kering maksimum dinyatakan sebagai berat volume kering dengan tanpa rongga udara (*zero air void*) atau berat volume kering saat tanah menjadi jenuh (γ_{zav}) dapat dihitung pada Persamaan 2.3.

$$\gamma_{zav} = \frac{G_s \cdot \gamma_w}{1 + w \cdot G_s} \dots\dots\dots 2.3$$

Sedangkan SNI 1742:2008 menyatakan bahwa kadar air yang paling cocok untuk cara pemadatan tertentu yang menghasilkan kepadatan paling besar yang diperoleh dari kurva pemadatan. Kemudian dari pemadatan tersebut kemungkinan udara dalam tanah akan keluar, maka tanah dalam kondisi jenuh air (kepadatan kering jenuh), tetapi dalam kondisi ini sulit tercapai. Sehingga, kepadatan kering jenuh merupakan perbandingan antara massa kering tanah dan volume total pada kondisi jenuh air (rongga berisi udara nol) kondisi jenuh air (rongga berisi udara nol).

d. Semen Portland

Adapun standar kualitas semen yang digunakan untuk stabilisasi tanah adalah semen jenis tipe I. Semen jenis ini merupakan semen Portland biasa (*Ordinary Portland Cement*) digunakan untuk bangunan-bangunan pada umumnya, dimana tidak ada persyaratan khusus. Rollings dan Rollings, 1996 (dalam Hardiyatmo, 2010).

Semen Portland merupakan media perekat bila bereaksi dengan air. Media perekat ini kemudian memadat dan membentuk massa keras. Pada proses hidrasi tersebut, hasil hidrasi akan mengendap di bagian luar sedang di bagian dalam akan terhidrasi secara bertahap sehingga volumenya mengecil (Hardiyatmo, 2010).

Semen Gresik (Persero), merupakan perseroan memproduksi berbagai jenis semen. Semen utama yang diproduksi adalah semen Portland tipe I (OPC) dimana keunggulan dari semen ini, di samping g sebagai bahan hidrolis berupa serbuk halus yang dapat mengeras apabila tercampur dengan air, juga penggunaannya dipakai secara luas untuk konstruksi umum, seperti konstruksi bangunan yang tidak memerlukan persyaratan khusus, antara lain bangunan perumahan, gedung-gedung bertingkat, jembatan, landasan pacu dan jalan raya (Semen Gresik, 2010).

e. Stabilisasi menggunakan pasir

Stabilisasi menggunakan campuran pasir bertujuan untuk mengukur perubahan indeks plastisitas (PI). Hicks, 2002 (dalam Hardiyatmo, 2010) menyebutkan, tanah berbutir halus seperti lempung jika distabilisasi dengan semen sebaiknya tanah tersebut bila uji saringan No. 200 ≥ 25%

maka indeks plastisitas (PI) ≤ 10%. Jika tanah tersebut bila uji saringan No. 200 < 25% maka indeks plastisitas (PI) ≤ 10% atau PI ≥ 10% atau PI ≤ 6 (PI x persen lolos saringan No. 200 ≤ 60 seperti pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Petunjuk awal untuk pemilihan metode stabilisasi

Material lolos saringan No.200	>25% lolos saringan No. 200 (0,075 mm)			<25% lolos saringan No. 200 (0,075 mm)		
	≤10	10 – 20	≥20	≤6 (PI)x persen lolos saringan No. 200 ≤60	≤10	≥10
Indeks plastisitas PI (%)						
Bentuk stabilisasi						
Semen dan campuran pengikat	Cocok	Ragu	Tidak cocok	Cocok	Cocok	Cocok
Kapur	Ragu	Cocok	Tidak cocok	Tidak cocok	Ragu	Cocok
Aspal (bitumen)	Ragu	Ragu	Tidak cocok	Cocok	Cocok	Ragu
Aspal/semen dicampur	Ragu	Ragu	Tidak cocok	Cocok	Cocok	Ragu
Granular	Cocok	Tidak cocok	Tidak cocok	Cocok	Cocok	Ragu
Lain-lain campuran	Tak cocok	Cocok	Cocok	Ragu	Ragu	Cocok

Sumber : Hicks, 2002 (dalam Hardiyatmo, 2010)

f. Stabilisasi menggunakan semen

Kriteria stabilisasi tanah menggunakan semen semen yang diusulkan oleh Ingels dan Metcalf (1972) dalam Tabel 2.3 dan criteria kekuatan tanah semen untuk Lapis Pondasi Bawah (LPB) dan Lapis Pondasi Atas (LPA) oleh Ditjen Bina Marga yang didasarkan pada SNI 03-3438-1994 (dalam Hardiyatmo, 2010) dalam Tabel 2.4 berikut.

Tabel 2.3 Kriteria stabilisasi tanah semen

Purpose	U.C.S. ⁽¹⁾		C.B.R. ⁽²⁾	Swell	Loss in wet/dry test ⁽³⁾
	kgf/cm ²	(lbf/in ²)			
Road sub-base, formation backfill for trenches etc.	3.5-10.5	(50-150)	20-80	2	7
Road sub-base, base for light traffic ⁽⁴⁾	7-14	(100-200)	50-150	2	10
Base for heavy traffic ⁽⁴⁾	14-56	(200-800)	200-600	2	14
Building blocks					
Embankment protection					
Floodways (too strong for general use under thin surfacings)	> 56	(800)	600	2	14

⁽¹⁾ U.C.S. cured seven days at constant moisture content. The loss of strength on soaking should not be more than 20 per cent.

⁽²⁾ C.B.R. – Soaked four days.

⁽³⁾ Durability test appropriate only where moisture penetration is likely to occur. Higher cement contents may be required to meet this criterion.

⁽⁴⁾ Lower strengths may be adequate for well-drained areas in the tropics.

Sumber: Ingels dan Metcalf (1972)

Tabel 2.4 Kriteria kekuatan stabilisasi tanah semen

Uraian	Kuat tekan bebas (kg/cm ²)	CBR (%)
Lapis Pondasi Atas (LPA), peram 7 hari	22	80
Lapis Pondasi Bawah (LPB), peram 3 hari dan rendam 4 hari	6	20

Sumber: Hardiyatmo (2010)

g. Bahan tambah matos pada stabilisasi tanah lempung dengan semen

Penggunaan bahan tambah matos adalah meningkatkan parameter daya dukung tanah (pengganti *base* dan *subbase*, sekaligus stabilisasi tanah dasar badan jalan. Sifat-sifat campuran untuk perkerasan jalan raya disyaratkan seperti pada Tabel 2.5 berikut.

Tabel 2.5 Sifat-sifat campuran bahan tambah Matos

Penguji an	Batas-batas sifat setelah perawatan 7hari			Metode penguji an
	Minim um	Targ et	Maksim um	
UCS kg/cm ²	20	24	35	ASTM D1633-63
CBR %	100	120	200	SNI 03-1744-1989

Sumber: Spesifikasi Teknik Bina Marga

h. Standar kualitas air

Air yang digunakan untuk stabilisasi dengan semen harus bersih, tidak mengandung asam, alkali, bahan organik, minyak, sulfat dan klorida di atas nilai yang diijinkan, Ingels dan Metcalf, 1972 (dalam Hardiyatmo, 2010). Namun pada penelitian ini, digunakan kualitas air PDAM atau air sungai jernih berdasarkan pengujian tingkat keasaman pH 4,5 – 8,5 seperti pada Tabel 2.6 berikut.

Tabel 2.6 Standar kualitas air terstabilisasi

No	Macam pengujian	Acuan	Nilai ijin
1	pH	AASHTO T 26-79	4,5 – 8,5
2	Bahan organik	AASHTO T 26-79	Maks. 2.000 ppm
3	Minyak mineral	SNI 06-2502-1991	< 2% berat semen
4	Ion sulfat (Na ₂ SO ₄)	SNI 06-2426-1991	< 10.000 ppm
5	Ion klorida (NaCl)	SNI 03-2431-1991	< 20.000 ppm

Sumber : Hardiyatmo (2010)

Studi Pustaka

a. Hasanuddin (2011)

Hasanuddin (2011) melakukan penelitian tesis yang berjudul "Analisis Pemakaian Matos Sebagai Bahan Tambah Pada Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Kapur", menyatakan bahwa tanah Desa Jalan Budi Luhur, Simpang Tangor, Kecamatan Tenayan Raya, Kota Pekanbaru merupakan tanah berlempung plastis tinggi (PI) 32,76%. Kemudian, tanah ini memiliki nilai daya dukung tanah dengan nilai CBR sebesar 11,35% dan kuat tekan bebas (UCS) sebesar 3 kg/cm² sehingga relatif baik untuk *subgrade* jalan raya.

Setelah penambahan kapur dan matos pada tanah asli dapat merubah daya dukung tanah (CBR) dan kuat tekan bebas (UCS). Dari hasil pengujian CBR pemeraman 7 hari dan 14 hari nilai CBR akan meningkat seiring bertambahnya kapur dan matos pada tanah. Peningkatan tertinggi terjadi penambahan 14% kapur + 5% matos pada umur pemeraman 14 hari sebesar 54,70%. Sedangkan pada pengujian kuat tekan bebas (UCS) yang dilakukan pemeraman, nilai UCS terus meningkat seiring bertambahnya kapur dan matos pada tanah. Peningkatan tertinggi juga terjadi pada penambahan 14% kapur + 5% matos pada pemeraman 14 hari sebesar 22,32 kg/cm². Dari hasil pengujian CBR sebesar 54,70%, maka tanah yang distabilisasi ini dapat digunakan sebagai *Base Course*, karena peraturan Bina Marga untuk *Base Course* CBR ≥ 50%, sedangkan untuk *Subbase Course* ≥ 20%.

b. Teguh Widodo dan Rahmat Imron Qosan (2011)

Teguh Widodo dan Rahmat Imron Qosari (2011) melakukan penelitian berjudul "Efektifitas

Penambahan Matos Pada Stabilisasi Semen Tanah Berbutir Halus”, yang dipublikasikan pada *Jurnal Teknik Volume 1, Nomor 2, Oktober 2011, ISSN 2088–3676, Jurusan Teknik Sipil Universitas Janabadra, Yogyakarta*, menyatakan bahwa tanah dari Dukuh Perengdawe, Desa Balecatur, Kecamatan Gamping, Kabupaten Sleman merupakan tanah yang memiliki kandungan butiran halus > 50%, batas cair > 50% dan platisitas indeks (PI) 25.59% sehingga tanah ini termasuk golongan lempung palstisitas tinggi.

Pada pengujian penambahan matos terlihat, peningkatan nilai UCS tanah-semen-matos terhadap nilai nilai UCS tanah semen adalah 9.74% (penambahan semen 4%), 13.58% (penambahan semen 8%) dan 17.25% (penambahan semen 12%). Peningkatan nilai UCS yang relatif kecil menunjukkan penambahan 1 kg/m³ tanah pada stabilisasi tanah semen kurang efektif. Hal ini disebabkan oleh luas permukaan butiran halus yang sangat besar dan struktur lempung yang memiliki empat tingkatan struktur lempung mengakibatkan jumlah matos yang diperlukan untuk melarutkan humus lebih besar.

c. Anwar Muda (2011)

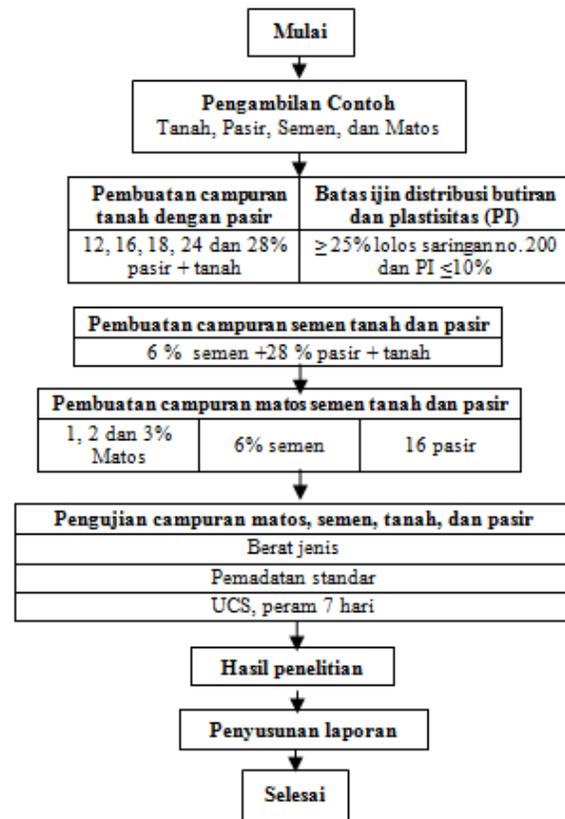
Anwar Muda (2011), melakukan penelitian tesis “*Stabilisasi Tanah Lempung Bukit Rawi Menggunakan Pasir dan Semen*” bahwa tanah Bukit Rawi memiliki sifat lempung organik, plastisitas rendah, kondisi padat 1,43 gr/cm³ pada kadar air optimum 24,27%. Tanah ini memiliki nilai CBR 3.57% < 5% sehingga penilaian sebagai tanah dasar (*subgrade*) buruk. Dalam uji kuat tekan bebas diperoleh UCS sebesar 0.47 kg/cm² sehingga tanah tergolong tanah dengan konsistensi lempung lunak karena nilai UCS tanah diantara 0.25 – 0.50 kg/cm².

Setelah dilakukan stabilisasi dengan campuran pasir 12, 16, dan 20% nilai PI turun ≤ 10% sehingga memenuhi syarat distabiliasi dengan semen. Campuran 10% semen dengan 20% pasir nilai CBR dan UCS naik cukup besar dengan nilai CBR 135% > 5% dan UCS 16.44 kg/cm² sehingga terpenuhi *subgrade* dan *subbase jalan* jalan raya (CBR > 5%) dan belum memenuhi syarat *base* jalan raya (UCS < 20 kg/cm²).

METODE PENELITIAN

Proses tahapan penelitian seperti bagan alir pada

Gambar 3.1 berikut ini:



Gambar 3.1 Bagan Alir Penelitian

Pengambilan contoh

a. Tanah

Contoh tanah jenis lempung diambil pada ruas jalan Palangkaraya-Bukit Rawi tepatnya di Desa Baringin, Kota Palangkaraya. Kemudian, tanah ini dijemur hingga kering udara dan disaring dengan saringan No. 4. Contoh saringan No. 4 ini dimaksudkan agar pengujian tidak ada gumpalan-gumpalan yang lebih besar dari saringan No. 4.

b. Pasir

Pasir digunakan dengan tujuan diharapkan dapat menurunkan nilai indeks plastisitas (PI). Jika ≥ 25% lolos saringan no. 200 dan PI ≤ 10% atau ≤ 25% lolos saringan no. 200 dan PI ≥ 10% atau PI ≤ 10. maka tanah memenuhi syarat distabilisasi dengan semen.

c. Semen

Contoh semen yang digunakan adalah semen Portland produksi semen Gresik sebanyak 1 zak (50 kg)

d. Matos

Contoh matos digunakan adalah PT. Watukali Capita Ciptama, Yogyakarta yang berfungsi untuk memadatkan (*solidifikasi*) dan mestabilkan (*stabilizer*) tanah secara fisik – kimia. Matos berupa material serbuk halus terdiri dari komponen mineral anorganik. Untuk stabilisasi tanah menggunakan dari matos dikombinasikan dengan semen Portland. Untuk itu, beberapa prinsip dalam penggunaan matos sebagai berikut:

- a. Membuat campuran tanah + semen, kemudian menyebar secara merata. Dengan komposisi 1m³ dari tanah: semen (2-8% dari berat tanah)
- b. Membuat solusi dengan komposisi sebagai berikut (untuk tanah 1 m3): 1 kg MATOS+ Air pada kadar air optimum (http://Matos_Soil_Stabilizer.html diakses 5/6/2016)

Pembuatan campuran tanah dan pasir

Pembuatan campuran tanah dan pasir bertujuan untuk menurunkan indeks plastisitas (PI). Proporsi campuran pasir 12 % diharapkan mendapatkan PI ≤ 10%, maka tanah cocok distabilisasi dengan semn.

Pembuatan campuran semen tanah dan pasir

Pembuatan campuran semen, tanah dan pasir bertujuan untuk untuk menentukan nilai UCS sebelum penambahan matos. Proporsi campuran semen 6 % dan dicampur dengan 12% pasir PI ≤ 10% serta tanah lempung.

Pembuatan campuran matos semen tanah dan pasir

Pembuatan campuran bahan tambah matos, semen, tanah dan pasir bertujuan untuk untuk menentukan kuat tekan bebas (UCS) untuk lapis perkerasan jalan raya. Proporsi campuran matos 1 kg/m³ dengan semen 6 % semen, pasir 16% dan tanah lempung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

a. Tanah lempung sebelum penambahan matos terhadap stabilisasi dengan dengan semen

Adapun karakteristik tanah lempung Desa Baringin, Kota Palangka Raya dapat dilihat pada Tabel 4.1 berikut.

Tabel 4.1 Karakteristik tanah lempung Desa Baringin Kota Palangka Raya

Tipe pengujian	Satuan	Hasil
Ukuran butir lolos no. 200	%	88.53
Batas cair	%	41.11
Batas plastis	%	25.66
Indeks plastisitas (PI)	%	15.45
Berat jenis		2.63
Berat isi kering maksimum	gr/cm ³	1.52
Kadar air optimum	%	23.61
UCS	kg/cm ²	3.51

Sumber : Hasil analisis (2016)

b. Tanah lempung distabilisasi dengan pasir

Stabilisasi tanah lempung dengan pasir bertujuan untuk mendapatkan nilai indeks plastisitas (PI) ≤ 10%. Disini tanah distabilisasi dengan pasir 12% dan diharapkan diperoleh Indeks Plastisitas (PI) ≤ 10%, maka tanah cocok distabilisasi dengan semen. Adapun nilai indeks plastisitas (PI) seperti pada Tabel 4.2 berikut.

Tabel 4.2 Indeks plastisitas (PI) campuran tanah dengan pasir

Campuran pasir	%	12	16	20	24	28
Indeks Plastisitas (PI)	%	12.86	12.30	11.03	10.76	9.20

Sumber: Hasil analisis (2016)

c. Kuat Tekan Bebas Sebelum Penambahan Matos

Kuat tekan bebas (UCS) sebelum penambahan matos terhadap stabilisasi tanah lempung, pasir dan semen seperti pada Tabel 4.3 berikut :

Tabel 4.3 UCS sebelum penambahan matos

Campuran Matos (%)	Campuran pasir (%)	Campuran semen (%)	UCS (kg/cm ²)
0	28	6	9.10

Sumber : Hasil analisis (2016)

d. Kuat Tekan Bebas Setelah Penambahan Matos

Kuat tekan bebas (UCS) setelah penambahan matos terhadap stabilisasi tanah lempung, pasir dan semen seperti pada Tabel 4.4 berikut :

Tabel 4.4 UCS setelah penambahan matos

Campuran Matos (%)	Campuran pasir (%)	Campuran semen (%)	UCS (kg/cm ²)
2	28	6	10.20
4	28	6	11.18
6	28	6	11.44
8	28	6	13.78
10	28	6	14.56

Sumber : Hasil analisis (2016)

Pembahasan

1. Tanah lempung sebelum penambahan matos terhadap stabilisasi dengan semen

a. Ukuran Butir Lolos No. 200

Berdasarkan Tabel 4.1 di atas, bahwa distribusi ukuran butir dengan analisa saringan (*sieve analysis*) bahwa distribusi ukuran butir tanah yang lolos saringan No. 200 sebesar 88.53%. Hal ini menunjukkan bahwa prosentasi butiran halus sangat dominan. Menurut (Hardiyatmo, 2012), bahwa tanah ini termasuk berbutir halus dengan jenis lanau atau lempung, karena tanah yang

termasuk berbutir halus jika tanah tersebut lolos saringan no. 200 > 50%.

b. Indeks Plastisitas (PI)

Indeks plastisitas (PI) diperoleh dari pengujian batas-batas Atterberg yaitu selisih batas cair (LL) dan batas plastis (PL). Pada pengujian ini diperoleh batas cair (LL) pada x=25 ketukan adalah 41.11 % dan batas plastis (PL) saat terjadi retak-retak mendekati diameter gulungan 3 mm adalah 25.66 % sehingga diperoleh indeks plastisitas (PI) 15,45 %. Menurut AASHTO, bahwa tanah ini termasuk tanah berlempung dengan penilaian umum sebagai tanah dasar sedang sampai buruk. Hal ini dikarenakan plastisitas (PI) sampel tanah > 11% dan batas plastis (PL) 15,45% < 30% sehingga termasuk dalam kelompok A-7-6. Kemudian, menurut Hardiyatmo (2010) tanah ini tidak cocok distabilisasi dengan semen karena PI > 10%. Untuk itu, tanah dilakukan penurunan PI dengan stabilisasi dengan pasir 12%.

c. Berat Jenis (Gs)

Hasil pengujian berat jenis (Gs) tidak terlalu jauh. Jika diambil rata-rata didapatkan berat jenis 2,63. Jika dilihat besaran nilai berat jenis (Gs) ini umumnya termasuk jenis lempung. Menurut Hardiyatmo (2006), bahwa tanah ini termasuk jenis tanah mengandung lempung organik karena setiap tanah yang mempunyai berat jenis (Gs) 2,58 - 2,65 maka tanah tersebut termasuk jenis lempung organik.

d. Pematatan

Hasil pematatan menggunakan metode standar diperoleh berat isi kering maksimum ($\gamma_{d_{maks}}$) dan kadar air optimum (w_{opt}). Dari hasil pengujian terdapat diperoleh berat isi kering maksimum ($\gamma_{d_{maks}}$) 1,51 gr/cm³ dan kadar air optimum (w_{opt}) 22,78 %. Hal ini menunjukkan bahwa parameter kepadatan ini sebagai bahan untuk sampel pengujian *Unconfined Compressive Strength* (UCS)

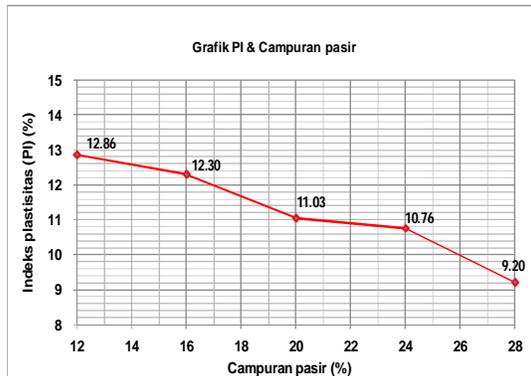
e. Unconfined Compressive Strength (UCS)

Adapun hasil pengujian UCS kondisi peram 7 hari mempunyai nilai UCS terbesar 3.52 kg/cm² pada saat regangan 1,78%. Menurut Hardiyatmo (2006), bahwa sampel tanah ini termasuk dalam

kelompok konsistensi lempung sangat kaku karena nilai UCS pada rentang 2 – 4 kg/cm².

2. Tanah lempung distabilisasi dengan pasir

Adapun tanah lempung distabilisasi dengan pasir untuk mendapatkan hubungan indeks plastisitas tanah (PI) dengan variasi campuran pasir seperti terlihat pada Gambar 4.1 berikut.

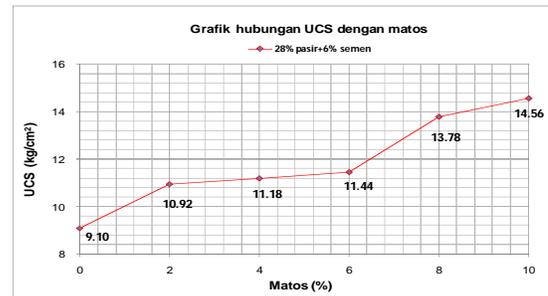


Gambar 4.1 Grafik hubungan PI dengan campuran pasir
Sumber: Hasil analisis (2016)

Dari Gambar 4.1 di atas terlihat, bahwa nilai PI makin menurun seiring bertambahnya campuran pasir. Namun pada saat campuran 12% pasir hanya mempunyai nilai indeks plastisitas (PI) > 10%. Ini membuktikan bahwa tanah belum memenuhi syarat distabilisasi semen karena menurut Hicks (2002) bahwa tanah distabilisasi dengan semen sebaiknya tanah tersebut jika > 25% lolos saringan No. 200 dan memiliki PI ≤ 10%. Pada campuran 16, 20, 24 pasir diperoleh nilai PI makin menurun namun PI masih di atas 10%. Namun pada saat campuran 28% pasir diperoleh PI < 10% yaitu 9.20%, sehingga tanah ini memenuhi syarat distabilisasi semen

Berdasarkan analisis di atas, bahwa tanah ini memenuhi syarat distabilisasi semen apabila campuran pasir minimum 28%. Pada penelitian ini, akan dilakukan campuran pasir yang mewakili nilai PI ≤ 10% antara lain campuran pasir 28%.

3. Tanah lempung sebelum dan sesudah penambahan matos terhadap stabilisasi pasir dan semen



Gambar 4.2 Grafik hubungan UCS dengan Matos
Sumber: Hasil analisis (2016)

Pada Gambar 4.2 terlihat di atas, bahwa nilai UCS mengalami peningkatan seiring bertambahnya matos. Pada saat 0% matos pada stabilisasi campuran 28% pasir dan 6% semen nilai UCS sebesar 9.10 kg/cm². Kemudian, pada saat 2% matos, nilai UCS makin bertambah didapatkan 10.92 kg/cm² dan bahkan 4% nilai UCS makin meningkat hingga 11.18 kg/cm². Kemudian, pada saat 6% matos nilai UCS terus makin bertambah hingga 11.44 kg/cm² dan pada penambahan 8% matos, nilai UCS terjadi peningkatan cukup besar yaitu 13.78 kg/cm². Sedangkan pada penambahan 10% matos juga mengalami kenaikan nilai UCS cukup besar dengan nilai UCS 14,56 kg/cm².

Jika dilihat dari besaran nilai UCS ini, maka bahan tambah matos dapat meningkatkan nilai UCS dan memenuhi syarat sebagai *subbase* dan *base* jalan raya. Karena menurut Ingels dan Metcalf, 1972 (dalam Hardiyatmo, 2010), bahwa nilai UCS hasil > 7 kg/cm² dapat dipergunakan sebagai *subbase* dan *base* jalan raya.. Sedangkan menurut Ditjen Bina Marga yang didasarkan pada SNI 03-3438-1994 (dalam Hardiyatmo, 2010), bahwa campuran ini belum dapat dipergunakan sebagai *subbase* dan *base* jalan raya, karena nilai UCS hasil < 20 kg/cm².

Pada uji UCS ini semakin besar penambahan campuran semen dengan pasir maka semakin meningkat nilai UCS. Hal ini menunjukkan tanah semakin baik kuat tekannya disebabkan terisinya rongga pori tanah oleh penambahan pasir kemudian terjadi reaksi dalam tanah oleh penambahan semen dan air yang mengakibatkan tanah menjadi padat dan kuat.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, maka dapat diberi kesimpulan antara lain :

1. Kuat tekan bebas (UCS) tanah lempung Desa Baringin sebelum distabilisasi pasir dan semen sebesar 3.51 kg/cm^2
2. Kuat tekan bebas (UCS) 0% matos terhadap stabilisasi tanah lempung dengan semen sebesar 9.10 kg/cm^2
3. Kuat tekan bebas (UCS) tanah setelah penambahan 2% matos, nilai UCS 10.92 kg/cm^2 dan 4% matos nilai UCS 11.18 kg/cm^2 . Kemudian, 6% matos nilai, UCS 11.44 kg/cm^2 dan 8% matos, nilai UCS 13.78 kg/cm^2 . Sedangkan 10% matos, nilai UCS $14,56 \text{ kg/cm}^2$.

Saran

Berdasarkan kesimpulan di atas, maka perlu disarankan sebagai berikut:

1. Bahan tambah matos dapat meningkatkan kuat tekan tanah, namun perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan tanah berbutir halus, tanah berbutir kasar dengan lokasi yang berbeda.
2. Bahan tambah matos 1 kg/m^3 perlu dilakukan perbandingan dengan prosentase dengan penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

- Hardiyatmo, H.C, 2010, *Stabilisasi Tanah Untuk Perkerasan Jalan*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C, 2012, *Mekanika Tanah 1, Edisi Keenam*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Hasanuddin, 2011, *Analisis Pemakaian Matos Sebagai Bahan Tambah Pada Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Kapur*, Penelitian Tesis Program Magister Teknik Sipil Universitas Islam Riau.
- Hasanuddin. 2011, *Analisis Pemakaian Matos Sebagai Bahan Tambah Pada Stabilisasi Tanah Lempung Dengan Kapur*, Penelitian

Tesis Program Magister Teknik Sipil Universitas Islam Riau.

<http://unitedgank007.blogspot.co.id/2016/01/pemadatan-tanah.html>

<http://www.diskusilepas.com>, *Margin Error*, diakses 13 Desember 2015

Ingles, O.G, dan Metcalf, J.B, (1972), *Soil stabilization Principle and Practice*, Butterworths Pty. Limited, Melbourne

Kretjie dan Morgan ([www. slideshare.net](http://www.slideshare.net)), diakses 6 Agustus 2014.

Muda. A, 2011, *Stabilisasi Tanah Lempung Bukit Rawi Menggunakan Pasir dan Semen*, Tesis, Program Studi Magister Teknik Sipil Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin.

SNI 03-1966-1990, *Metode Pengujian Batas Plastis Tanah*.

SNI 1742:2008, *Pengujian Kepadatan Ringan Untuk Tanah*.

SNI 1964:2008, *Cara Uji Berat Jenis Tanah*.

SNI 1965:2008, *Cara Uji Penentuan Kadar Air Untuk Tanah dan Batuan di Laboratorium*.

SNI 3423:2008, *Cara Uji Analisis Ukuran Butir Tanah*.

Widodo, T dan Qosari, 2011, *Efektifitas Penambahan Matos Pada Stabilisasi Semen Tanah Berbutir Halus*”, yang dipublikasikan pada *Jurnal Teknik Sipil* Volume 1, Nomor 2, Oktober 2011, ISSN 2088–3676, Jurusan Teknik Sipil Universitas Janabadra, Yogyakarta.